



**República Federativa do Brasil**  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior  
e Serviços  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0908238-7 B1**

**(22) Data do Depósito:** 04/02/2009

**(45) Data de Concessão:** 06/02/2018



---

**(54) Título:** PROCESSO E INSTALAÇÃO PARA O REFINO DE MATÉRIAS-PRIMAS CONTENDO CONSTITUINTES ORGÂNICOS

**(51) Int.Cl.:** C10B 49/16; C10G 1/00; C10G 1/02

**(30) Prioridade Unionista:** 13/02/2008 DE 102008008942.7

**(73) Titular(es):** OUTOTEC OYJ

**(72) Inventor(es):** ERWIN SCHMIDBAUER

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO E INSTALAÇÃO PARA O REFINO DE MATÉRIAS-PRIMAS CONTENDO CONSTITUINTES ORGÂNICOS**".

A presente invenção refere-se a um processo e uma instalação  
5 para o refino de matérias-primas contendo constituintes orgânicos, tais como matérias-primas que contêm óleo e/ou betume, em particular areia oleaginosa ou alcatroada ou argila oleaginosa.

Em vista de uma crescente escassez de depósitos de petróleo, a exploração econômica das matérias-primas contendo constituintes  
10 orgânicos, tais como areias oleaginosas ou alcatroadas ou argila oleaginosa, tornou-se de maior interesse. As areias oleaginosas ou alcatroadas são misturas de argila, areia, água e hidrocarbonetos. Este último pode ter diferentes composições e variam de betume a óleo bruto normal. O teor de hidrocarboneto nas areias está entre cerca de 1 e 18 %. A eficiência  
15 econômica de uma exploração aumenta com o teor de hidrocarboneto. As areias oleaginosas ou alcatroadas podem ser recuperadas pela mineração de superfície. Quando se extrai a partir de camadas mais profundas do solo, um processamento inicial da areia oleaginosa ou alcatroada já é efetuado *in situ*. Vapor é introduzido no depósito, de modo a liquefazer os  
20 hidrocarbonetos. Portanto, este tipo de recuperação de óleo requer muito mais água, que, além disso, não pode ser descarregada completamente isenta de óleo.

As argilas oleaginosas são rochas que contêm betume ou óleos de baixa volatilidade. O teor de matéria orgânica (querogênio) situa-se entre  
25 10 e 30 %. As argilas oleaginosas não são argilas em um sentido petrográfico, mas rochas em camadas não argilosas sedimentares. A recuperação de hidrocarbonetos, tais como o óleo de argila oleaginosa, tradicionalmente é efetuada pela mineração e subsequente pirólise (carbonização a 500°C). Alternativamente, também é usada a recuperação  
30 de subsolo (*in situ*) mediante a compressão de uma mistura de ar-vapor na rocha anteriormente solta por explosão e ignição de uma frente de chamas, que expulsa os hidrocarbonetos tais como o óleo.

A recuperação anterior de hidrocarbonetos, tais como óleo bruto de areias oleaginosas ou alcatroadas ou argila oleaginosa desta maneira é relativamente de custo elevado. Com os preços do óleo em elevação, a recuperação de hidrocarbonetos, tais como o óleo bruto, a partir das areias oleaginosas ou alcatroadas e argila oleaginosa, torna-se cada vez mais interessante em termos econômicos. Um problema essencial na presente recuperação de hidrocarbonetos, tais como óleo bruto, a partir de areias oleaginosas ou alcatroadas e argilas oleaginosos, é o consumo elevado necessário de água e a emissão de águas residuais contendo óleo residual.

10 A partir da Patente US nº 4.507.195, um processo de coqueificação do óleo de argila oleaginosa ou areia alcatroada contaminado em sólidos destilados em retortas é conhecido. Aqui, os sólidos hidrocarboníferos são misturados com um material de transferência rápida de calor, a fim de elevar a temperatura dos sólidos para uma temperatura adequada para a pirólise dos hidrocarbonetos. A mistura é mantida em uma zona de pirólise, até que uma quantidade suficiente de vapores de hidrocarboneto seja liberada. Na zona de pirólise, um gás redutor é passado através da mistura, de modo a diminuir o ponto de condensação dos vapores de hidrocarboneto resultantes e arrastar as partículas finas.

20 Consequentemente, uma mistura de vapores de hidrocarboneto contaminados, gás redutor e partículas finas arrastadas é obtida a partir da zona de pirólise. A partir dos vapores de hidrocarboneto contaminados, uma fração pesada é separada e termicamente submetida ao craqueamento em um leito fluidizado que consiste em partículas finas, por meio das quais as impurezas juntamente com o coque são depositadas sobre as partículas finas no leito fluidizado. Os vapores de óleo do produto são removidos do recipiente de coque. Como material de transferência de calor, a argila oleaginosa ou areia alcatroada pirolisado recirculado é usado, o qual foi guiado através de uma zona de combustão, para queimar os resíduos de carbono e fornecer o calor

30 para a pirólise da matéria-prima. Visto que não existe nenhuma vedação de pressão entre a zona de combustão e a fornalha de pirólise, a atmosfera oxidante da zona de combustão pode entrar na fornalha de pirólise e

prejudicar a qualidade do vapor de óleo. O craqueamento térmico no recipiente de coque também consome muita energia e, portanto, é oneroso.

A partir da EP 1 015 527 B1, também é conhecido um processo para o tratamento térmico de carga de alimentação contendo constituintes de combustível voláteis, em que a carga de alimentação é misturada com sólidos granulares quentes a partir de uma coleta de depósito em um reator de pirólise, em que as temperaturas relativamente elevadas existem. Isso deve levar às reações de craqueamento nos gases e vapores no reator.

Além do craqueamento térmico utilizado nos processos acima mencionados, os processos de craqueamento catalíticos são conhecidos. No Craqueamento Catalítico de Fluido (FCC), o destilado pesado de uma refinaria é decomposto em gases, gases liquefeitos e gasolinas, preferivelmente em n-alcanos e i-alcanos de cadeia longa. O craqueamento geralmente é efetuado em temperaturas entre 450 e 550°C e uma pressão de reator de 140 Kpa (1,4 bar) por meio de um catalisador de zeólito com base em alumossilicato. Os craqueadores de FCC são descritos, por exemplo, nas US 7.135.151 B1, US 2005/0118076 A1 ou US 2006/0231459 A1. Um catalisador exemplar é descrito na WO 2006/131506 A1. Como outras possibilidades para o tratamento de frações de hidrocarboneto, hidrotratamento e hidrocraqueamento são mencionados por meio de exemplo.

Em uma instalação de refino de matérias-primas contendo constituintes orgânicos, tais como matérias-primas contendo óleo, o último, por exemplo, areia oleaginosa, pode ser primeiro fornecido para a secagem, depois para o preaquecimento, depois para um estágio de expulsão, e finalmente os sólidos residuais podem ser fornecidos para uma combustão. A secagem é efetuada, por exemplo, em cerca de 80 a 120°C, o preaquecimento, por exemplo, em cerca de 150 a 300°C. O estágio de expulsão opera, por exemplo, em cerca de 300 a 1000°C. Em todos os três estágios, vapores hidrocarboníferos (vapores de óleo) são liberados, os quais são fornecidos para um estágio de processamento (por exemplo, mediante o hidrocraqueamento, coqueificação e/ou hidrotratamento) e são

processados posteriormente. Os sólidos residuais do estágio de expulsão podem ser introduzidos em um estágio de combustão e ser queimados, por exemplo, em cerca de 1000 a 1200°C. Os produtos sólidos de combustão podem ser utilizados, por exemplo, para aquecer o estágio de expulsão. Na  
5 maioria dos casos, os estágios individuais (secagem, preaquecimento, expulsão e combustão) podem ser operados como leitos fluidizados. Como gás de fluidificação, hidrocarbonetos leves, gás inerte (tal como nitrogênio), gases contendo oxigênio, gases contendo CO<sub>2</sub> ou também gases residuais do estágio de combustão podem ser usados. Para o estágio de  
10 processamento, hidrogênio também é requerido junto dos vapores de óleo (por exemplo, para o hidrocrackeamento).

As qualidades de matérias-primas contendo óleo frequentemente são muito diferentes e flutuantes, de modo que em alguns casos apenas vapores de óleo muito insignificantes são liberados no estágio de  
15 expulsão ou em um estágio precedente e que o betume das matérias-primas contendo óleo tende a liquefazer ou transformar em coque em vez de evaporar. A produção de vapores de óleo desejados desse modo é reduzida e muitas vezes mais energia é produzida no estágio de combustão, o que não é desejado. A tendência de coqueificação do óleo aumenta com o  
20 aumento da temperatura. No caso de matérias-primas contendo óleo de qualidade mais elevada, tais como areias oleaginosas, que contêm muito mais óleo e simplesmente liberam seu teor de óleo, a relação entre a geração de calor no estágio de combustão e a geração de vapor de óleo no estágio de expulsão pode ser executada mediante o controle da temperatura  
25 no estágio de expulsão e/ou o fornecimento de combustíveis de suporte no estágio de combustão. No caso de matérias-primas contendo óleo de qualidade baixa, tal controle não é possível, entretanto, devido ao risco de coqueificação.

Portanto, é o objetivo da presente invenção fornecer um  
30 processo melhorado e uma instalação correspondente para as matérias-primas contendo constituintes orgânicos, tais como matérias-primas contendo óleo e/ou betume, em particular areia oleaginosa ou alcatroada ou

argila oleaginosa, em particular de baixa qualidade, cujo processo e instalação também podem atender a demanda de hidrogênio para o outro processamento dos vapores hidrocarboníferos (vapores de óleo) recuperados ou podem gerar hidrogênio em excesso para outros propósitos.

5 Este objetivo é substancialmente resolvido com a invenção através de um processo como mencionado acima, com as seguintes etapas:

- fornecer as matérias-primas a um estágio de expulsão e expelir um hidrocarbonífero, em particular vapor contendo óleo em uma temperatura de, por exemplo, cerca de 300 a 1000°C,

10 - fornecer o vapor hidrocarbonífero expelido no estágio de expulsão e/ou em um estágio de gaseificação a jusante do estágio de expulsão para um estágio de processamento, em que o mesmo é ainda processado, por exemplo, por craqueamento, coqueificação e/ou hidrotratamento,

15 - separar os produtos obtidos no estágio de processamento e removê-los,

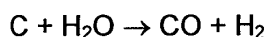
- introduzir os sólidos deixados no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação, incluindo as frações não evaporadas de hidrocarbonetos pesados em um estágio de combustão,

20 - queimar os hidrocarbonetos pesados deixados nos sólidos no estágio de combustão em uma temperatura, por exemplo, de cerca de 600 a 1500°C, preferivelmente, por exemplo, de cerca de 1050 a 1200°C,

- recircular os sólidos quentes a partir do estágio de combustão para dentro do estágio de expulsão e/ou do estágio de gaseificação, em que a atmosfera oxidante do estágio de combustão é separada da atmosfera do estágio de expulsão e/ou do estágio de gaseificação por meio de um dispositivo de bloqueio, e

25 - fornecer água no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação.

30 Ao redor de 500 a 600°C, a água já reage com os produtos de coqueificação dos sólidos hidrocarboníferos (contendo óleo), por exemplo, na reação



Ao mesmo tempo, a água pode reagir com os constituintes de baixa volatilidade das matérias-primas contendo óleo, de modo que os mesmos sejam decompostos e componentes mais voláteis sejam obtidos, os  
5 quais são expulsos.

O hidrogênio resultante vantajosamente pode ser usado no estágio de processamento. Por meio de craqueamento, os hidrocarbonetos mais leves são obtidos, que podem ser processados ainda mais. Com a  
10 adição da quantidade de água e com a temperatura no estágio de expulsão, as quantidades de hidrogênio e hidrocarbonetos produzidos podem ser controladas e regulamentadas. No caso em que, por exemplo, a geração de hidrogênio deve ser aumentada ou a separação de hidrogênio deve ser simplificada, é conveniente operar um estágio de gaseificação em paralelo ou a jusante do estágio de expulsão.

No estágio de gaseificação possivelmente presente após o estágio de expulsão, os sólidos residuais do estágio de expulsão podem ser introduzidos completamente ou em parte. Os sólidos residuais do estágio de gaseificação, assim como os sólidos residuais do estágio de expulsão, em  
15 seguida podem ser liberados para o estágio de combustão. Com a quantidade de água adicionada, em conjunto com o tempo de retenção e a temperatura, a conversão dos sólidos pode ser controlada e a produção de uma quantidade desejada de hidrogênio pode ser determinada. Preferivelmente, a água é convertida quase totalmente (pelo menos para 70  
20 %, preferivelmente para pelo menos 90 %).

Alternativamente, o estágio de gaseificação pode ser carregado com matérias-primas contendo óleo, que não se originam do estágio de expulsão, por exemplo, a partir de um preaquecimento.

Para o estágio de expulsão e/ou o estágio de gaseificação, a água pode substituir total ou parcialmente o gás de fluidificação  
30 normalmente usado.

Mediante o uso de um estágio de gaseificação separado, por exemplo, a composição do gás, tempo de retenção e temperatura podem ser

ajustados e controlados independente do estágio de expulsão. Assim, as condições ideais para expulsar o vapor de óleo no estágio de expulsão e as condições ideais para a gaseificação com água, possivelmente em conjunto com CO<sub>2</sub>, no estágio de gaseificação, podem ser ajustadas. Em particular, a

5 quantidade de água fornecida pode ser aumentada no estágio de gaseificação em separado.

Para fornecer o calor requerido para a reação de gaseificação, a água pode ser fornecida ao estágio de expulsão e/ou o estágio de gaseificação como vapor, vapor superaquecido, por exemplo, ao redor de

10 600°C. Este vapor pode pelo menos parcialmente ser gerado com o calor residual da combustão ou de outras partes da instalação. O vapor pode ser adicionado com pressão um pouco elevada, mas também como de vapor de baixa pressão com uma pressão de 200 a 1000 Kpa (2 a 10 bar).

Para melhorar ou controlar o rendimento do reator, por exemplo,

15 ondas eletromagnéticas (por exemplo, micro-ondas), ultrassom ou coisa parecida podem ser usadas. Da mesma maneira é possível usar substâncias cataliticamente ativas no estágio de expulsão, mas em particular em um estágio de gaseificação em separado, que pode melhorar e controlar a expulsão ou a gaseificação dos constituintes orgânicos ou controlar e alterar

20 a sua composição.

O teor de hidrocarboneto residual deixado nos sólidos é queimado no estágio de combustão configurado como gerador de calor, de modo a fornecer o calor necessário no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação, que por meio dos sólidos removidos do estágio de

25 combustão é transferido para o estágio de expulsão e/ou o estágio de gaseificação. Entre o estágio de combustão e o estágio de expulsão e/ou o estágio de gaseificação, uma vedação é fornecida, de modo a separar a atmosfera oxidante do estágio de combustão do estágio de expulsão e/ou do estágio de gaseificação e evitar uma oxidação, combustão ou mesmo

30 explosão dos gases gerados no estágio de expulsão e/ou estágio de gaseificação.

O estágio de secagem e/ou o estágio de preaquecimento e/ou o

estágio de expulsão e/ou o estágio de gaseificação e/ou o estágio de combustão preferivelmente são operados como leito fluidizado.

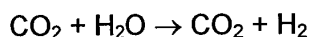
O gás de reciclo do estágio de expulsão ou gaseificação, o gás inerte tal como nitrogênio, gases contendo oxigênio tais como o ar, gases contendo CO<sub>2</sub>, gases contendo CO, oxigênio, hidrogênio e/ou gases residuais provenientes do estágio de combustão e/ou gases obtidos do estágio de secagem e/ou do estágio de preaquecimento e/ou do estágio de processamento, que contém hidrocarbonetos leves, ou misturas de ditos gases, podem ser fornecidos ao estágio de expulsão e/ou ao estágio de gaseificação como o gás de fluidificação e/ou reação. Água ou vapor podem ser adicionados a estes gases, que em parte contém hidrocarbonetos leves junto do vapor. Os gases residuais hidrocarboníferos, em particular do estágio de secagem, que ainda contém água, podem assim ser utilizados de forma ideal, e um esfriamento no estágio de combustão pode ser evitado. Da mesma maneira é possível vantajosamente utilizar em particular a água residual contaminada com hidrocarbonetos de outras instalações ou partes da instalação no estágio de expulsão e/ou gaseificação. Também pode ser vantajoso utilizar um reator para o estágio de gaseificação, em que os sólidos residuais também são liberados no estágio de combustão. Assim, em particular, um reator de cintilação, um leito fluidizado estacionário ou um leito fluidizado anular pode ser usado igualmente.

Para melhorar o equilíbrio de energia, os gases de fluidificação e/ou reação preaquecidos podem ser fornecido ao estágio de secagem e/ou ao estágio de preaquecimento e/ou ao estágio de expulsão e/ou ao estágio de gaseificação e/ou ao estágio de combustão, em que o aquecimento dos respectivos gases, em particular o vapor e a água utilizados para gerar o vapor, preferivelmente pode ser efetuado por meio do calor residual obtido durante a recuperação de calor do gás residual e/ou do resíduo de calcinação do estágio de combustão.

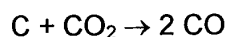
De acordo com a invenção, o vapor hidrocarbonífero é expelido dos sólidos no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação, por exemplo, por destilação, e pode ser conveniente para operar o estágio de

expulsão e/ou o estágio de gaseificação sob uma pressão reduzida na faixa de, por exemplo, cerca de 0,1 a 100 Kpa (0,001 a 1 bar). Com um estágio de gaseificação separado, no entanto, uma pressão em excesso de preferivelmente 100 a 2000 Kpa (1 a 20 bar) também pode ser ajustada.

- 5                    Para aumentar ainda mais a produção de hidrogênio, um reator de deslocamento de CO é fornecido em conformidade com um desenvolvimento da invenção após o estágio de expulsão e/ou o estágio de gaseificação, em que a reação



- 10                  ocorre. Em muitos casos, a reação pode ser acelerada por catalisadores. Com um grande aumento na temperatura no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação, por exemplo, de cerca de 850 a 900°C, também é possível que o CO<sub>2</sub> reaja como se segue:



- 15                    Com o reator de deslocamento de CO, o CO obtido da mesma maneira pode ser convertido em H<sub>2</sub>. Tal aumento na temperatura, no entanto, nem sempre é desejável, uma vez que pode impedir uma construção mais favorável da instalação e as quantidades recirculadas do estágio de combustão devem ser minimizadas. Para o estágio de gaseificação, a faixa de temperatura de 450 a 800°C, em particular de 500 a 20                  700°C, portanto, é preferível. Se a temperatura deve ser elevada acima de 800°C, preferivelmente de 900 a 1000°C, isto é preferivelmente efetuado apenas no estágio de gaseificação. Os gases fornecidos ao reator de deslocamento de CO e/ou ao estágio de processamento preferivelmente 25                  devem ser submetidos a uma limpeza de gás, tal como um despoeiramento e/ou remoção de gases incômodos, por exemplo, de H<sub>2</sub>S.

- O hidrogênio obtido no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação e/ou no reator de deslocamento de CO, pode ser fornecido ao estágio de tratamento, possivelmente em conjunto com outros gases de 30                  reação, para o craqueamento e/ou uma outra utilização, tal como a liquefação ou síntese, ou ser usado como gás de processo em uma usina metalúrgica.

A partir dos gases contendo hidrogênio e/ou CO<sub>2</sub>, por exemplo, o hidrogênio pode ser separado, por exemplo, pelos processos de membrana, e/ou o CO<sub>2</sub> pode ser removido, por exemplo, pela absorção em meio de troca.

- 5                    Para fornecer o calor necessário para a reação de gaseificação, um aquecimento indireto do estágio de expulsão e/ou do estágio de gaseificação pode ser efetuado junto da recirculação dos sólidos residuais a partir do estágio de combustão. Alternativamente, uma combustão interna parcial dos sólidos pode ocorrer no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação. O CO obtido da mesma maneira pode ser processado em
- 10 hidrogênio no reator de deslocamento de CO. Devido à possibilidade de uma combustão interna, de preferência em um estágio de gaseificação separado, o processo também pode ser executado de forma muito mais flexível. Se o calor requerido for fornecido pelo fornecimento de sólidos residuais
- 15 adicionais do estágio de combustão, uma barreira de gás entre o estágio de combustão e o estágio de expulsão ou o estágio de gaseificação também é aqui conveniente. Mesmo no caso de uma combustão interna parcial, tal barreira de gás é conveniente para fornecer uma introdução seletiva e medida de oxigênio, misturas com oxigênio ou ar no estágio de combustão.
- 20                    No estágio de processamento, o craqueamento catalítico é convenientemente efetuado em uma temperatura de, por exemplo, cerca de 400 a 600°C e uma pressão de, por exemplo, cerca de 100 a 200 Kpa (1 a 2 bar), possivelmente por meio de um catalisador de zeólito. A separação dos produtos obtidos no estágio de processamento pode ser efetuada em uma
- 25 coluna de destilação.

- A combustão no estágio de combustão vantajosamente é executada em uma atmosfera rica em oxigênio, em que uma combustão adaptada pode ser efetuada. Combustível adicional na forma de sólidos hidrocarboníferos não tratados, carvão, coque, biomassa ou similar, pode
- 30 ser depois fornecido ao estágio de combustão. O calor gerado no estágio de combustão pode ser recuperado do gás residual e/ou do resíduo de calcinação. Especialmente em baixas temperaturas, a quantidade de calor

pode assim ser parcialmente utilizada, que dificilmente pode ser usada convenientemente de alguma outra maneira, por exemplo, no caso de água de esfriamento a partir do esfriamento dos resíduos.

De acordo com um desenvolvimento da invenção, também é possível total ou parcialmente fornecer o gás residual de um estágio subestequiométrico de uma combustão adaptada para o reator de deslocamento de CO. Isso pode ser efetuado após uma possível limpeza ou reproprocessamento do gás residual. Além disso, o gás residual de um estágio subestequiométrico ou da combustão superestequiométrica pode ser usado como gás de fluidificação, aquecimento ou reação para secagem, preaquecimento, expulsão, gasificação ou mesmo combustão.

O processo da invenção não se limita a ser usado com matérias-primas hidrocarboníferas de baixa qualidade. Visto que o reproprocessamento dos produtos a partir das matérias-primas hidrocarboníferas requer uma grande quantidade de hidrogênio (por exemplo, para o hidrocraqueamento), no entanto, o fornecimento de hidrogênio representa um fator limitativo. Com o processo da invenção é na melhor das hipóteses possível pelo menos parcialmente fornecer o hidrogênio requerido para o outro processamento dos vapores hidrocarboníferos (vapores de óleo).

Esta invenção também se estende a uma instalação de refino de matérias-primas contendo constituintes orgânicos, tais como sólidos contendo óleo e/ou betume, em particular areia oleaginosa ou alcatroada ou argila oleaginosa, mas também aos materiais ou resíduos fluidos contendo óleo, com um estágio de expulsão e possivelmente com um estágio de gaseificação a jusante do estágio de expulsão, para que as matérias-primas hidrocarboníferas sejam fornecidas com um estágio de combustão em que os sólidos e combustíveis vindos do estágio de expulsão e/ou do estágio de gaseificação são fornecidos, com um conduto de retorno, através do qual os sólidos quentes gerados no estágio de combustão são fornecidos ao estágio de expulsão e/ou ao estágio de gaseificação, com um dispositivo de bloqueio para separar as atmosferas de gás do estágio de combustão e do estágio de expulsão ou do estágio de gaseificação, com um estágio de processamento

em que o vapor hidrocarbonífero expelido dos sólidos no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação, e/ou os gases hidrocarboníferos obtidos do reator de deslocamento de CO fornecidos a jusante do mesmo são fornecidos, e em que os componentes de hidrocarboneto pesados são

5 decompostos por meio do hidrogênio obtido no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação mediante a adição de água e/ou no reator de deslocamento de CO, e um meio de separação para a separação dos produtos obtidos no estágio de processamento.

De acordo com um desenvolvimento da invenção, a instalação

10 pode incluir um meio para a separação do hidrogênio, que depois pode ser utilizado separadamente, a partir dos gases hidrocarboníferos provenientes do estágio de expulsão e/ou do estágio de gaseificação e/ou do reator de deslocamento de CO.

A instalação também pode incluir um estágio de secagem e/ou

15 um estágio de preaquecimento antes do estágio de expulsão e/ou do estágio de gaseificação.

Além disso, uma limpeza de gás pode ser fornecida antes do estágio de processamento e do reator de deslocamento de CO, respectivamente.

Com a invenção, além disso, é proposto fornecer um sistema de

20 recuperação de calor para o gás residual e/ou o resíduo de calcinação a jusante do estágio de combustão.

Outros objetivos, aspectos, vantagens e possíveis aplicações da invenção podem ser tomadas a partir da seguinte descrição das

25 modalidades e dos desenhos. Todos os aspectos descritos e/ou ilustrados formam o tema da invenção *per se* ou em qualquer combinação, também independente da sua inclusão nas reivindicações individuais ou sua contrarreferência.

Nos desenhos:

Figura 1 esquematicamente mostra uma instalação

30 exemplar para a execução de um processo de acordo com a invenção, e

Figura 2 esquematicamente mostra uma possível

---

alternativa para a instalação como mostrada na figura 1.

Uma instalação para o refino de matérias-primas contendo constituintes orgânicos, que é esquematicamente mostrada na figura 1, inclui um estágio de secagem 2, em que as matérias-primas hidrocarboníferas, tais como areia oleaginosa ou alcatroada ou argila oleaginosa, são fornecidas através de um conduto de fornecimento 1. Através de um conduto 3, os sólidos assim secados são liberados a um estágio de preaquecimento 4 e neste, preaquecido, com uma temperatura de, por exemplo, cerca de 200°C através de um conduto 5 até um estágio de expulsão 6 adequado para a destilação, em que os mesmos são aquecidos, por exemplo, para 500 a 800°C, e os constituintes orgânicos desse modo são expulsos como vapores hidrocarboníferos. No caso ilustrados, o estágio de secagem 2, o estágio de preaquecimento 4 e o estágio de expulsão 6 constituem reatores de leito fluidizado, em que os gases de fluidificação e/ou reação são fornecidos através de condutos de fluidificação de 25a a 25c. Através de um conduto 28, água na forma de vapor, além disso, é fornecida ao estágio de expulsão 6 como gás de fluidificação e/ou reação.

Os vapores hidrocarboníferos (vapores de óleo) secados e preaquecidos no estágio de secagem 2 e no estágio de preaquecimento 4 são fornecidos para uma limpeza de gás 8 através dos condutos 26, 27. Juntamente com o hidrogênio obtido pela reação  $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ , os vapores hidrocarboníferos (vapores de óleo) obtidos no estágio de expulsão 6 da mesma maneira são liberados através do conduto 7 na limpeza de gás 8 e de lá juntamente com os gases remanescentes através de um estágio de processamento 9 que inclui um craqueador em um meio de separação 10, do qual os componentes individuais do produto são descarregados para fora. No estágio de processamento 9, o hidrogênio proveniente do estágio de expulsão 6 é utilizado para o craqueamento dos componentes de hidrocarboneto pesados presentes.

Alternativamente, o conduto 26 não pode levar para a limpeza de gás 8, mas pode para o estágio de expulsão 6.

Os sólidos residuais deixados no estágio de expulsão 6 após

---

expulsar os gases de hidrocarboneto que contêm quantidades de hidrocarbonetos pesados, são fornecidos através de um conduto 11 para um estágio de combustão 12 configurada, por exemplo, como uma fornalha de leito fluidizado, em que, por exemplo, ar, gás contendo oxigênio ou  
5 enriquecido de oxigênio e parte do gás de hidrocarboneto proveniente do estágio de expulsão 6 também podem ser fornecidas através dos condutos 13, 14 para o início, ajuste ou controle do estágio de combustão 12.

A partir do estágio de combustão 12, um conduto de retorno 15 leva a um dispositivo de bloqueio não ilustrado 16, que serve para separar  
10 as atmosferas do estágio de combustão 12 e do estágio de expulsão 6 e é conectado com o estágio de expulsão 6 através de um canal 17.

O gás residual do estágio de combustão 12 é fornecido através de um conduto 18 para uma recuperação de calor 19 e depois através de um conduto 20 até uma limpeza de gás 21. O resíduo de calcinação da zona de  
15 combustão 12 também pode ser fornecido a uma recuperação de calor 23 através de um conduto 22. O ar quente obtido nas recuperações de calor 19, 23 pode ser introduzido como ar de combustão no estágio de combustão 6 através de um conduto 24. As recuperações de calor 19, 23 também podem, no entanto, ser usadas para o preaquecimento dos gases de fluidificação  
20 e/ou de reação a serem fornecidos aos vários leitos fluidizados, em particular o vapor a ser fornecido ao estágio de expulsão 6 da água fornecida para este propósito.

A instalação mostrada na figura 2 é uma alternativa para a instalação da figura 1, em que as partes idênticas da instalação são  
25 fornecidas com os mesmos numerais de referência, de modo a ilustrar que elas executam as mesmas funções ou correspondentes como as partes da instalação mostrada na figura 1.

A instalação como mostrado na figura 2 substancialmente difere pelo fato de que os sólidos residuais do estágio de expulsão 6 são  
30 fornecidos através de um conduto 33 a um estágio de gaseificação 30, que pode ser fornecido com vapor ou gás de fluidificação através de condutos 34, 35. Através de um conduto 36, os sólidos residuais do estágio de

gaseificação 30 do mesmo modo são fornecidos ao estágio de combustão 12, que neste caso está conectado com o estágio de expulsão 6 e o estágio de gaseificação 30 através do conduto de retorno 15 e dos dispositivos de bloqueio 16a, 16b assim como os condutos sólidos 17a, 17b.

- 5 Além disso, a instalação como mostrada na figura 2 difere daquela apresentada na figura 1 em que entre a limpeza de gás 8 e o estágio de processamento 9, um reator de deslocamento de CO 29 é previsto para a geração (adicional) de hidrogênio a partir dos gases provenientes do estágio de expulsão 6 e do estágio de gaseificação 30.
- 10 Através de uma limpeza de gás 37, que pode ser idêntica com a limpeza de gás 8, o estágio de gaseificação 30 é conectado com o reator de deslocamento de CO 29.

#### Listagem de Referência:

- |    |     |                                                    |
|----|-----|----------------------------------------------------|
|    | 1   | conduto de fornecimento para as matérias-primas    |
| 15 | 2   | estágio de secagem                                 |
|    | 3   | conduto para os sólidos secos                      |
|    | 4   | estágio de preaquecimento                          |
|    | 5   | conduto para os sólidos preaquecidos               |
|    | 6   | estágio de expulsão                                |
| 20 | 7   | conduto para os vapores de óleo e hidrogênio       |
|    | 8   | limpeza de gás                                     |
|    | 9   | estágio de processamento (por exemplo, craqueador) |
|    | 10  | meio de separação                                  |
|    | 11  | conduto para sólidos residuais                     |
| 25 | 12  | estágio de combustão (fornalha)                    |
|    | 13  | conduto para o gás de combustão                    |
|    | 14  | conduto para o gás combustível                     |
|    | 15  | conduto de retorno para os sólidos                 |
|    | 16  | dispositivo de bloqueio                            |
| 30 | 16a | dispositivo de bloqueio                            |
|    | 16b | dispositivo de bloqueio                            |
|    | 17  | conduto para os sólidos                            |

|    |       |                                                         |
|----|-------|---------------------------------------------------------|
|    | 17a   | conduto para os sólidos                                 |
|    | 17b   | conduto para os sólidos                                 |
|    | 18    | conduto de gás residual                                 |
|    | 19    | recuperação de calor para o gás residual                |
| 5  | 20    | conduto para o gás residual                             |
|    | 21    | limpeza de gás                                          |
|    | 22    | conduto para o resíduo de calcinação                    |
|    | 23    | recuperação de calor para o resíduo de calcinação       |
|    | 24    | conduto para o ar aquecido                              |
| 10 | 25a-c | condutos de fluidificação                               |
|    | 26    | conduto para vapores de óleo                            |
|    | 27    | conduto para vapores de óleo                            |
|    | 28    | conduto para vapor                                      |
|    | 29    | reator de deslocamento de CO                            |
| 15 | 30    | estágio de gaseificação                                 |
|    | 31    | conduto para os vapores de óleo com CO e H <sub>2</sub> |
|    | 32    | conduto para os vapores de óleo com CO e H <sub>2</sub> |
|    | 33    | conduto para os sólidos                                 |
|    | 34    | conduto para a água                                     |
| 20 | 35    | conduto de fluidificação                                |
|    | 36    | conduto para os sólidos residuais                       |
|    | 37    | limpeza de gás                                          |

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para o refino de matérias-primas contendo óleo e/ou betume, com as seguintes etapas:

- 5       - fornecer as matérias-primas a um estágio de expulsão e expelir um hidrocarbonífero;
- fornecer o vapor hidrocarbonífero expelido no estágio de expulsão e/ou em um estágio de gaseificação a jusante do estágio de expulsão para um estágio de processamento, em que o mesmo é ainda processado;
- separar os produtos obtidos no estágio de processamento e  
10       removê-los;
- introduzir os sólidos deixados no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação, incluindo as frações não evaporadas de hidrocarbonetos pesados em um estágio de combustão;
- queimar os hidrocarbonetos pesados deixados nos sólidos no  
15       estágio de combustão em uma temperatura de 600 a 1500°C;
- recircular os sólidos quentes a partir do estágio de combustão para dentro do estágio de expulsão e/ou do estágio de gaseificação; e
- fornecer água no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação, em  
20       que o estágio de expulsão é operado sob uma pressão reduzida na faixa de 0,1 a 100 kPa (0,001 a 1 bar) e em que a atmosfera oxidante do estágio de combustão é separada da atmosfera do estágio de expulsão e/ou do estágio de gaseificação por meio de um dispositivo de bloqueio,
- sendo que o dito processo é caracterizado pelo fato de que os gases hidrocarboníferos provenientes do estágio de expulsão e/ou do estágio de  
25       gaseificação são fornecidos a um reator de deslocamento de CO antes de serem introduzidos no estágio de processamento.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a água é pelo menos parcialmente fornecida ao estágio de expulsão e/ou ao estágio de gaseificação na forma de vapor como gás de  
30       fluidificação.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a água é fornecida ao estágio de expulsão e/ou ao estágio

gio de gaseificação como vapor ou como vapor superaquecido de 600°C.

4. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que antes da introdução no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação, as matérias-primas hidrocarboníferas são secadas em pelo menos um estágio de secagem de 80 a 120°C.

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que antes da introdução no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação as matérias-primas hidrocarboníferas são preaquecidas em pelo menos um estágio de preaquecimento para uma temperatura de 110 a 300°C.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o estágio de secagem e/ou o estágio de preaquecimento e/ou o estágio de expulsão e/ou o estágio de gaseificação e/ou o estágio de combustão são operados como leito fluidizado.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o gás inerte, gases contendo oxigênio, gases contendo CO<sub>2</sub>, gases contendo CO, oxigênio, hidrogênio e/ou gases residuais provenientes do estágio de combustão e/ou gases obtidos a partir do estágio de secagem e/ou do estágio de preaquecimento e/ou do estágio de processamento, que contêm hidrocarbonetos leves, ou misturas de ditos gases, são fornecidos ao estágio de expulsão e/ou ao estágio de gaseificação como gás de fluidificação e/ou reação.

8. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que os gases de fluidificação e/ou reação fornecidos ao estágio de secagem e/ou ao estágio de preaquecimento e/ou ao estágio de expulsão e/ou ao estágio de gaseificação e/ou ao estágio de combustão são preaquecidos.

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o aquecimento dos gases de fluidificação e/ou reação, em particular o vapor ou a água utilizada para gerar o vapor, é efetuado por meio do calor residual obtido durante a recuperação de calor a partir do gás residual e/ou do resíduo de calcinação do estágio de combus-

tão.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação o gás hidrocarbonífero é expelido dos sólidos por destilação.

5 11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o estágio de gaseificação para a geração de CO é operado em uma temperatura elevada superior a 850 a 900°C.

10 12. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que os gases fornecidos ao reator de deslocamento de CO e/ou ao estágio de processamento são submetidos a uma limpeza de gás.

15 13. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que o hidrogênio obtido no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação e/ou no reator de deslocamento de CO, possivelmente junto com outros gases de reação, é fornecido ao estágio de processamento para o craqueamento e/ou outra utilização, tal como liquefação ou síntese, ou é usado como gás de processo em uma usina metalúrgica.

20 14. Processo, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que dos gases contendo hidrogênio e/ou CO<sub>2</sub> o hidrogênio é separado, e/ou o CO<sub>2</sub> é removido.

15 15. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que o estágio de expulsão e/ou o estágio de gaseificação são aquecidos indiretamente.

25 16. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo fato de que no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação, uma combustão interna pelo menos parcial dos sólidos ocorre.

30 17. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que o craqueamento catalítico é executado em uma temperatura de 400 a 600°C e uma pressão de 100 a 200 kPa (1 a 2 bar).

18. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, caracterizado pelo fato de que a separação dos produtos obtidos no estágio de processamento é efetuada em uma coluna de destilação.

5 19. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de que a combustão no estágio de combustão é executada em uma atmosfera rica em oxigênio.

20. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado pelo fato de que uma combustão adaptada é efetuada no estágio de combustão.

10 21. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20, caracterizado pelo fato de que o combustível adicional é fornecido ao estágio de combustão na forma de sólidos hidrocarboníferos não tratados, carvão ou similar.

15 22. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 21, caracterizado pelo fato de que o calor gerado no estágio de combustão é recuperado a partir do gás residual e/ou do resíduo de calcinação.

20 23. Instalação para o refino de matérias-primas contendo constituintes orgânicos, com um estágio de expulsão (6) e possivelmente com um estágio de gaseificação (30) a jusante do estágio de expulsão, para que as  
25 matérias-primas hidrocarboníferas sejam fornecidas, com um estágio de combustão (12) em que os sólidos e combustíveis vindos do estágio de expulsão (6) e/ou do estágio de gaseificação (30) são fornecidos, com um conduto de retorno (15), através do qual os sólidos quentes gerados no estágio de combustão (12) são recirculados para o estágio de expulsão (6) e/ou para  
30 o estágio de gaseificação (30), com um estágio de processamento (9) em que os gases hidrocarboníferos expelidos dos sólidos no estágio de expulsão (6) e/ou no estágio de gaseificação (30) são fornecidos, e em que os componentes de hidrocarboneto pesados (óleo) são decompostos por meio do hidrogênio obtido no estágio de expulsão e/ou no estágio de gaseificação mediante a adição de vapor, e com um meio de separação (10) para a separação dos produtos obtidos no estágio de processamento (9), um dispositivo de bloqueio (16; 16a, 16b) para separar as atmosferas de gás do estágio de

combustão (12) e do estágio de expulsão (6) ou do estágio de gaseificação (30),

sendo que a dita instalação é caracterizada por um reator de deslocamento de CO (29) fornecido a jusante do estágio de processamento (9) para gerar hidrogênio a partir dos gases provenientes do estágio de expulsão (6) e/ou do estágio de gaseificação (30).

24. Instalação, de acordo com a reivindicação 23, caracterizada por um meio (10) para a separação do hidrogênio dos gases hidrocarboníferos provenientes do estágio de expulsão (6) e/ou do estágio de gaseificação (30) e/ou do reator de deslocamento de CO (29).

25. Instalação, de acordo com a reivindicação 23 ou 24, caracterizada por pelo menos uma estágio de secagem (2) e/ou um estágio de preaquecimento (4), antes do estágio de expulsão (6) e/ou do estágio de gaseificação (30).

26. Instalação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 23 a 25, caracterizada pelo fato de que o estágio de secagem (2) e/ou o estágio de preaquecimento (4) e/ou o estágio de expulsão (6) e/ou o estágio de gaseificação (30) e/ou o reator de deslocamento de CO (29) e/ou o estágio de combustão (12) constituem o(s) reator(s) de leito fluidizado.

27. Instalação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 23 a 26, caracterizada por uma limpeza de gás (8; 37) proporcionada antes do estágio de processamento (9) ou do reator de deslocamento de CO (29).

28. Instalação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 23 a 27, caracterizada pelo fato de que um sistema de recuperação de calor (19, 23) para o gás residual e/ou o resíduo de calcinação é fornecido a jusante do estágio de combustão (12).

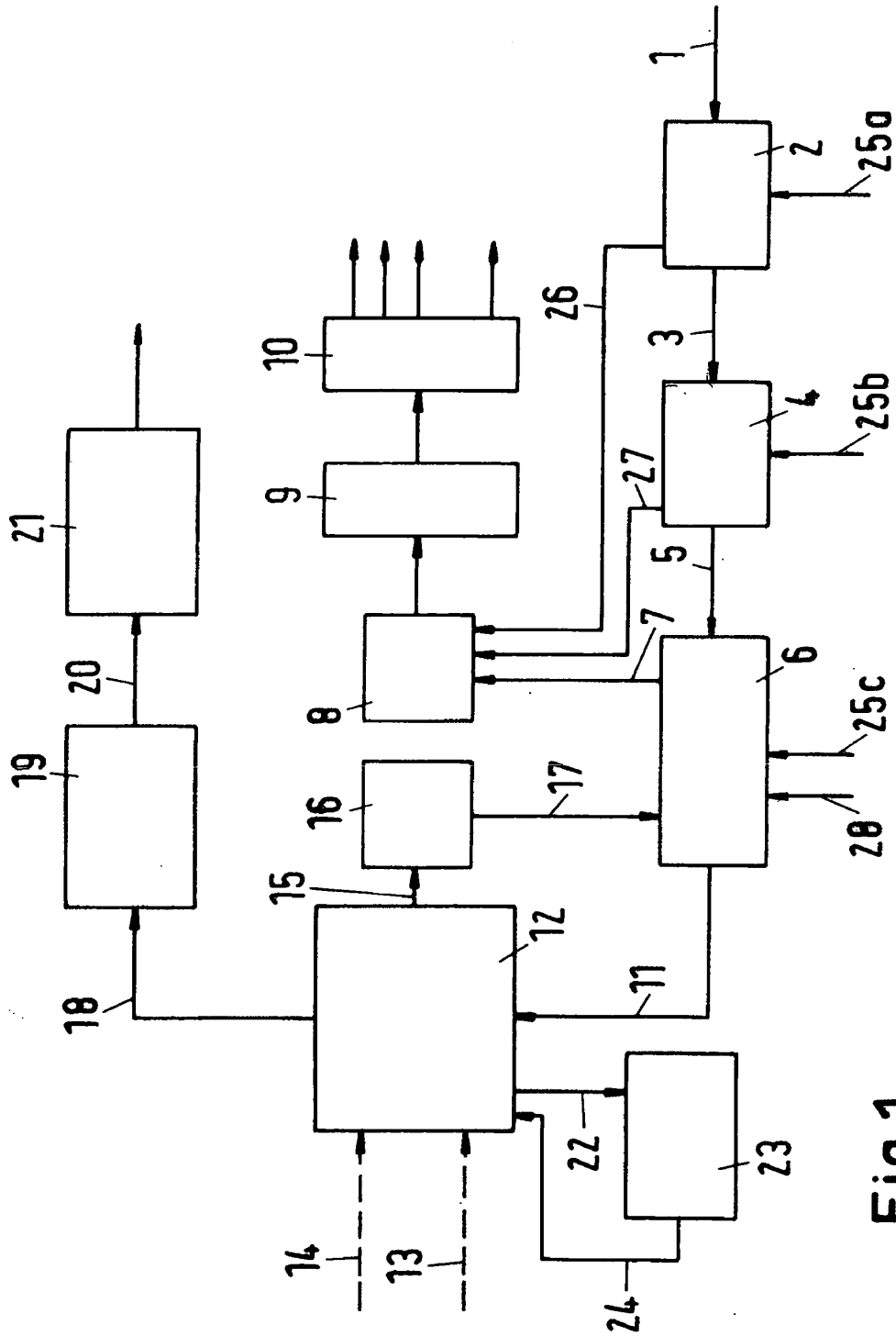


Fig.1

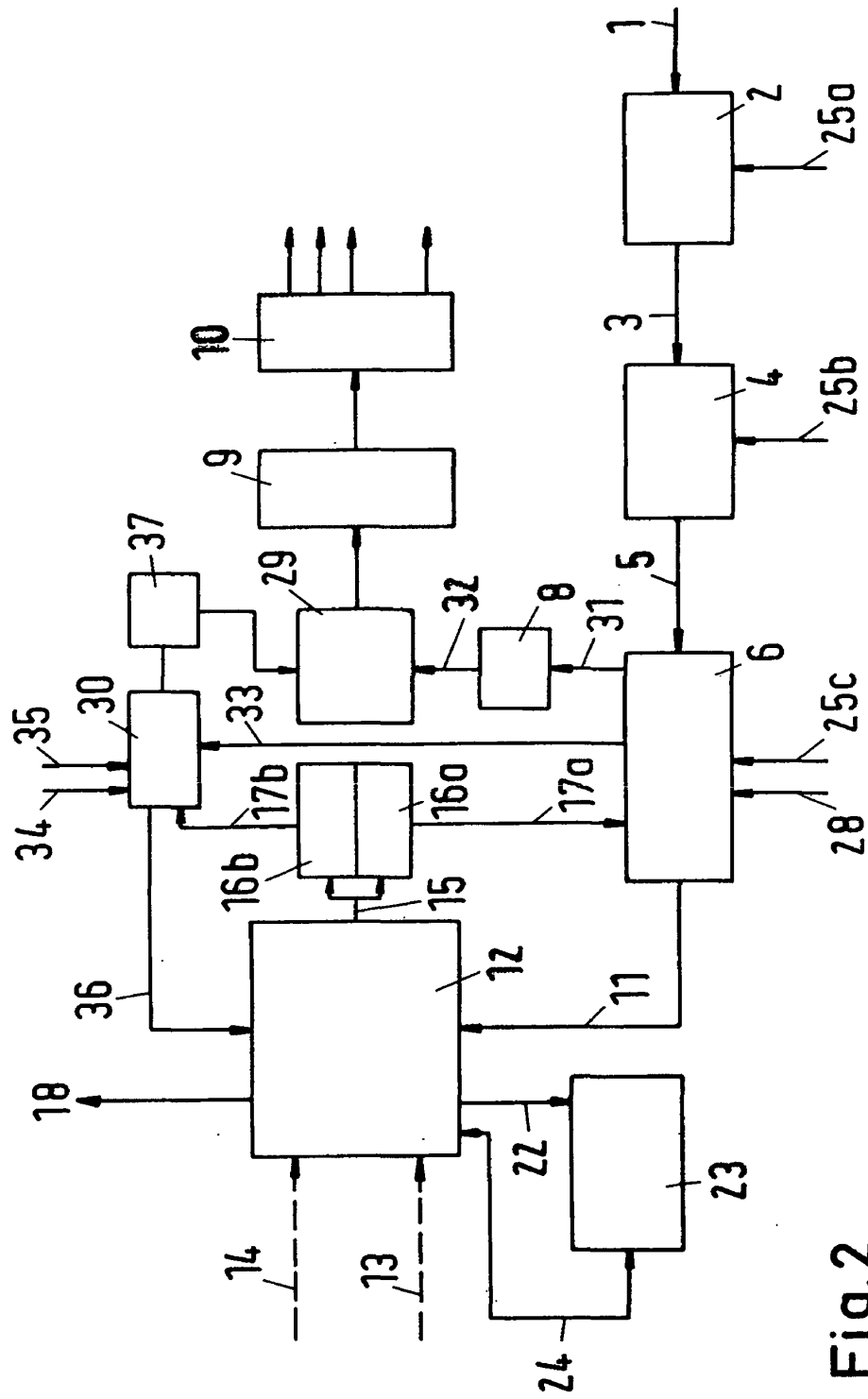


Fig.2